

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-097851

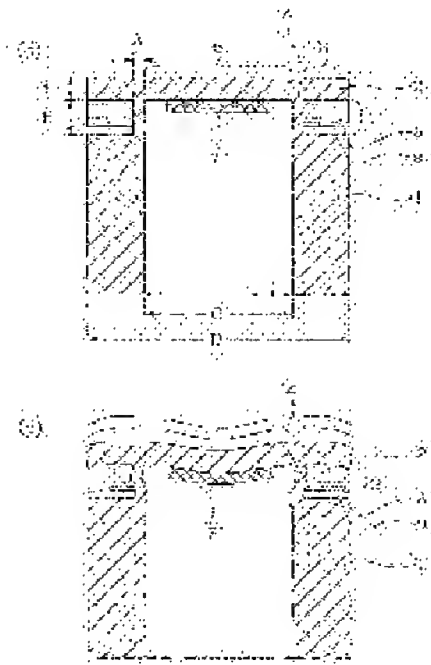
(43)Date of publication of application : 02. 04. 2004

(51)Int. Cl. B06B 1/06

(21)Application number : 2002- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
259021

(22)Date of filing : 04. 09. 2002 (72)Inventor : MATSUO KENJI

(54) ULTRASONIC VIBRATION APPARATUS



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ultrasonic vibration apparatus with a small side lobe without degrading narrow directivity characteristics and reverberation characteristics.

SOLUTION: This ultrasonic vibration apparatus is provided with a groove on the outer periphery of its casing, has a top plate divided into an inner region and an outer region and supported by a supporting part, and vibrates the inner and outer regions at the almost same phase. The top plate is constituted with its node point located on a case side wall to reduce the side lobe without degrading the narrow directivity characteristics. By filling a filling material consisting of soft material into the groove and providing a space not filled with the filling material in a opposing side to the top plate inside the groove, dispersion of the resonance frequency is suppressed to improve the reverberation characteristics.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of
application other than the
examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the ultrasonic rocking equipment the top plate is classified
[rocking equipment] into the inner field and the outside field by the
part in which it consists of a case which consists of a side attachment
wall and a top plate, and a piezoelectric device stuck on the top plate
of said case, the slot is established in the peripheral face of said
side attachment wall, and said slot of said side face is established,
and it was made to vibrate said inner field and outside field by
abbreviation equiphase,

Ultrasonic rocking equipment characterized by vibrating said case as a
node point of vibration by the part below said slot of the side

attachment wall of said case.

[Claim 2]

Ultrasonic rocking equipment according to claim 1 which said slot is filled up with the flexibility filler with a degree of hardness lower than said case, and is characterized by establishing space in said top plate of said slot, and the side which counters.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to ultrasonic rocking equipment, such as an ultrasonic sensor used in order to carry out the transmission-and-reception wave of the supersonic wave and to detect a body.

[0002]

[Description of the Prior Art]

In order for a supersonic wave to realize a high measurement system in the ultrasonic sensor which measures distance with an object etc., it is necessary to narrow directivity. There is a technique currently indicated in the patent reference 1 as structure of realizing ***** without enlarging the configuration of a sensor.

[0003]

The structure of this technique is shown in drawing 6 (a). As for the case, cylindrical shape-like a side attachment wall 1 and a top plate 2 are formed in one. The slot is prepared on the periphery of the case side attachment wall 1 of the top-plate 2 neighborhood, the side attachment wall 1 is thin and this part that became thin serves as the supporter 4 which supports a top plate 2. And the top plate 2 is

classified into the inner field 5 and the outside field 6 by the supporter 4. The piezoelectric device 7 which prepared the electrode in both the principal planes of a piezo electric crystal plate is attached in the center inside a top plate 2, and a piezoelectric device 7 carries out bending vibration united with a top plate 2 by impressing an electrical potential difference between two electrodes. A top plate 2 makes a supporter 4 the node point of vibration, and carries out bending vibration of the core of the inner field 5, and the periphery part of the outside field 6 as an antinode of vibration. At this time, it designs so that an inner field and an outside field may vibrate by abbreviation equiphase like drawing 6 (b). Drawing 7 is drawing showing the result of having calculated the situation of deformation of the top plate 2 at the time of vibration of ultrasonic rocking equipment, a supporter 4, and the side attachment wall 1 of a case with the finite element method. The inner field 5 of a top plate 2 and the outside field 6 are in phase, it resonates, and it turns out that the node point of vibration is on a supporter 4. Moreover, the side attachment wall 1 of a case is hardly vibrating. Thus, the sound pressure of the direction which shifted from the front beyond the predetermined azimuth while obtaining sound pressure strong against the direction of the front perpendicular to a top plate 2 becomes weaker by interference with the acoustic wave according to vibration of the inner field 5 by making it vibrate, and the acoustic wave by vibration of the outside field 6, and ***** is obtained. Although narrow directivity will be obtained if a plane of vibration is generally enlarged and resonance frequency is raised in ultrasonic rocking equipment, according to this technique, narrow directivity can be obtained, without [without it enlarges equipment, and] raising resonance frequency.

[0004]

Moreover, by filling up a slot with the flexibility filler 8, vibration of the outside field 6 is dumped and a reverberation property is improved.

[0005]

[Patent reference 1]

JP, 2001-197594, A

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

In the above-mentioned conventional technique, although ***** was obtained, the trouble that an about -15dB side lobe occurred near 45 degrees was in right and left from 30 degrees from the core of a front main lobe. By interference with the acoustic wave from the source of

vibration of the inner field 5 of a top plate 2, and the acoustic wave from the source of vibration of the outside field 6, from 30 right and left, near, the field which suits in slight strength produces an acoustic wave near 45 degrees, and this side lob is generated.

[0007]

Generally such ultrasonic rocking equipment is used as a back sonar of an automobile etc. Although the back sonar of an automobile is equipment which detects the obstruction behind an automobile, if a side lob is large, incorrect actuation of detecting the ground accidentally may be caused.

[0008]

Moreover, such ultrasonic rocking equipment is used for a smart airbag system etc. A smart airbag system is a system which recognizes crew's condition and controls the operating level of an air bag by two or more sensors. Although ultrasonic rocking equipment was used as a sensor for recognizing crew's condition, crew's condition could not be correctly detected as a side lob being large, but the problem of causing incorrect actuation of a system had occurred. The level of the side lob which does not cause incorrect actuation in this smart airbag system was -20dB or less, and was the level of a side lob unrealizable on the level of the side lob of conventional ultrasonic rocking equipment.

[0009]

Maintaining conventional ***** equivalent to ultrasonic rocking equipment and a conventional reverberation property, it reduces a side lob and the purpose of this invention offers the ultrasonic rocking equipment which can be used for a smart airbag system.

[0010]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve the above-mentioned trouble the ultrasonic rocking equipment of this invention It consists of a case which consists of a side attachment wall and a top plate, and a piezoelectric device stuck on the top plate of said case. In the ultrasonic rocking equipment the top plate is classified [rocking equipment] into the inner field and the outside field by the part in which the slot is established in the peripheral face of said side attachment wall, and said slot of said side face is established, and it was made to vibrate said inner field and outside field by abbreviation equiphase It is characterized by vibrating said case as a node point of vibration by the part below said slot of the side attachment wall of said case.

[0011]

By using the node point of vibration as the part below the slot of a

case side attachment wall, the whole case including a side attachment wall will vibrate, in the case of vibration, a supporter also deforms greatly, the oscillation mode of a top plate changes, and generating of a side lob is suppressed.

[0012]

Moreover, said slot is filled up with the flexibility filler with a degree of hardness lower than said case, and it is desirable to establish space in said top plate of said slot and the side which counters.

[0013]

A reverberation property improves by filling up a slot with a flexibility filler. Moreover, it can prevent vibration of a case side attachment wall and vibration of a top plate joining together, and resonance frequency varying by preparing the top plate of a slot, and the space where the side which counters is not filled up with the filler.

[0014]

[Embodiment of the Invention]

One operation gestalt of this invention is explained referring to drawing below.

[0015]

Drawing 1 (a) is the sectional view showing the configuration of the ultrasonic rocking equipment of this invention. A case consists of aluminum and cylindrical shape-like a side attachment wall 1 and a top plate 2 are formed in one. The slot 3 is established in the periphery section of the side attachment wall 1 of the top-plate 2 neighborhood, the slot 3 is filled up with the flexibility filler 8, and the space 9 where it does not fill up with the filler 8 is formed in the top plate 2 of a slot 3, and the side which counters. Space 9 may be an approach which may remove and form some fillers 8 after filling up the whole slot 3 with a filler 8, or leaves space 9, and is filled up with a filler 8. Since the slot 3 is formed, the thickness of the side attachment wall 1 of the top-plate 2 neighborhood is thin, and this part supports the top plate 2 as a supporter 4. Moreover, the top plate 2 is classified into the inner field 5 and the outside field 6 by the supporter 4.

[0016]

The piezoelectric device 7 which prepared the electrode in both the principal planes of a disc-like piezo electric crystal plate is stuck on the core inside a top plate 2. A piezoelectric device 7 carries out bending vibration by impressing an alternation electrical potential difference between two electrodes united with a top plate 2. The situation of vibration is shown in drawing 1 (b).

[0017]

If the dimension of a case and a piezoelectric device 7 is adjusted, the configuration in which the inner field 5 and the outside field 6 are in phase, and resonate can be obtained.

[0018]

Here, if the dimension of a case is set to $C=9.0\text{mm}$, $D=16.0\text{mm}$, $t=1.0\text{mm}$, $A=0.5\text{mm}$, and $B=1.0\text{mm}$ as a configuration which obtains ***** with said advanced technology as shown in drawing 6 (a), this ultrasonic rocking equipment resonates by 80kHz, and the inner field 5 and the outside field 6 will be in phase, and will resonate. In addition, in C, the thickness of a top plate 2 and A show the thickness of a supporter 4, and, as for the bore of a case, and D, B shows the width of face of a slot, as for the outer diameter of a case, and t. A piezoelectric device is 0.35mm in the diameter of 7.0mm, and thickness. The include angle from a line perpendicular to a top plate 2 required in order for the reduction-by-half angle at this time, i.e., sound pressure, to fall to -6.0dB is 21 degrees, and a side lobe is -15dB. As drawing 7 was shown, the node point of vibration is on a supporter 4.

[0019]

In the ultrasonic rocking equipment of this invention, reduction of a side lobe is tried by adjusting the dimension of thickness [of a supporter 4] A, and the width of face B of a slot 3, and moving the node point of vibration to the side attachment wall 1 of a case, without changing the outer diameter D and resonance frequency of a case. Although narrow directivity will be obtained if a plane of vibration is generally enlarged, an outer diameter is enlarged and resonance frequency is raised in ultrasonic rocking equipment, it aims at obtaining narrow directivity, without changing an outer diameter and resonance frequency in this invention.

[0020]

Because, when using ultrasonic rocking equipment like this invention as an ultrasonic sensor, it is because an outer-diameter dimension and the frequency of the supersonic wave to be used have constraint. That is, if an outer diameter is enlarged, the whole equipment will become large, and if resonance frequency is raised, an attenuation factor will become large, and the range of a supersonic wave will become short.

[0021]

Since resonance frequency will change if thickness [of a supporter 4] A and the width of face B of a slot 3 are changed, thickness t of a top plate 2 is adjusted each time so that resonance frequency may be set to 80kHz. The simulation value of change of the reduction-by-half angle

when the simulation value of the side lob value when changing thickness [of a supporter 4] A and the width of face B of a slot 3 to drawing 2 (a) changing thickness [of a supporter 4] A and the width of face B of a slot 3 to drawing 2 (b) is shown. If it is small in the value of thickness A of a supporter 4 and the value of the width of face B of a slot 3 is enlarged so that drawing 2 (a) may show, it will change in the direction which a side lob value reduces. For example, when $A = 0.3\text{mm}$ and $B = 3.0\text{mm}$, a side lob value is [about]. -28dB decreases. As drawing 2 (b) shows, the reduction-by-half angle at this time is about 24 degrees, it does not pass to deteriorate twice [about] rather than the case where it is referred to as $A = 0.5\text{mm}$ and $B = 1.0\text{mm}$, but the value of this reduction-by-half angle is sufficient value in practical use level.

[0022]

Making the value of A small, enlarging the value of B, or the node point of vibration by the both moves caudad. The oscillation mode of a top plate 2 changes in connection with the node point of vibration moving, and the side lob value decreases.

[0023]

Drawing 3 is drawing showing the result of having calculated the situation of deformation of the top plate 2 at the time of vibration of the ultrasonic rocking equipment of this invention, a supporter 4, and the side attachment wall 1 of a case with the finite element method. In addition, the dimensions at this time are $A = 0.4\text{mm}$ and $B = 2.2\text{mm}$. To the node point of the vibration in the ultrasonic rocking equipment shown in drawing 7 being on a supporter 4, the node point of the vibration in the ultrasonic rocking equipment of this invention shown in drawing 3 is on the case side attachment wall 1, and the case side attachment wall 1 is also vibrating.

[0024]

Moreover, in this invention, outside a top plate 2, deformation of a field 6 is small and, on the other hand, is deforming the supporter 4 greatly. Therefore, when a supporter 4 deforms, vibration of a top plate 2 will carry out piston vibration in addition to bending vibration and vibration of the outside field 5 decreases, it can reduce a side lob, the ultrasonic rocking equipment of this invention maintaining narrow directivity.

[0025]

Moreover, in conventional ultrasonic rocking equipment, by filling up a slot 3 with the flexibility filler 8, vibration of the outside field 6 is dumped and a reverberation property is improved. However, when a supporter 4 deforms greatly, the case side attachment wall 1 also

vibrates like the ultrasonic rocking equipment of this invention, and it is filled up with a filler 8 so that a slot 3 may be filled altogether, and vibration of a top plate 2 and vibration of the case side attachment wall 1 join together, resonance frequency varies greatly. Then, by forming the top plate 2 of a slot 3, and the space 9 where the side which counters is not filled up with the filler 8, association of vibration can be prevented and dispersion in resonance frequency can be suppressed.

[0026]

The result of having compared dispersion in the resonance frequency at the time of not preparing with the case where the space 9 where a slot 3 is not filled up with the filler 8 is established in drawing 4 is shown. Resonance frequency was measured with 16 samples, respectively by what formed the space 9 where it does not fill up with the bulking agent 8 in the slot 3, and the thing with which space 9 is not formed but the bulking agent 8 is filled up into the whole slot 3, and it asked for the average and standard deviation of resonance frequency. As shown in drawing 4, it turns out that the value of the standard deviation of resonance frequency serves as half about, and dispersion in resonance frequency is improved by forming space 9.

[0027]

In addition, as the experimental result was shown in drawing 5, even if it establishes space 9 in a slot 3, a reverberation property does not deteriorate. Namely, when reverberation time was measured with 16 samples, respectively by what formed the space 9 where it does not fill up with the bulking agent 8 in the slot 3, and the thing with which space 9 is not formed but the bulking agent 8 is filled up into the whole slot 3 and the average and standard deviation of reverberation time were computed, as for most differences, the average and standard deviation were not seen.

[0028]

[Effect of the Invention]

As mentioned above, according to invention according to claim 1, by locating the node point of vibration in a case side attachment wall, when piston vibration joins vibration of a top plate and vibration of an outside field decreases further, a side lobe can be reduced, without spoiling narrow directivity.

[0029]

Moreover, according to invention according to claim 2, a reverberation property is improvable by filling up the slot formed in the case side attachment wall with the filler which consists of a flexibility

ingredient, putting slitting into a filler, and establishing space in the top plate of a slot, and the side which counters, suppressing dispersion in resonance frequency.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the ultrasonic rocking equipment of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing change of a side lob value and a reduction-by-half angle.

[Drawing 3] It is drawing which expressed the situation of vibration of the ultrasonic rocking equipment of this invention with the finite element method.

[Drawing 4] It is drawing showing the variation of resonance frequency when not forming with the case where the space which is not filled up with a flexibility filler is formed in a slot.

[Drawing 5] It is drawing showing the reverberation property when not forming with the case where the space which is not filled up with a flexibility filler is formed in a slot.

[Drawing 6] It is the sectional view showing conventional ultrasonic rocking equipment.

[Drawing 7] It is drawing which expressed the situation of vibration of conventional ultrasonic rocking equipment with the finite element method.

[Description of Notations]

1 Side Attachment Wall

2 Top Plate

3 Slot

4 Supporter

5 Inner Field

6 Outside Field

7 Piezoelectric Device

8 Filler

9 Space

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the ultrasonic rocking equipment of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing change of a side lob value and a reduction-by-half angle.

[Drawing 3] It is drawing which expressed the situation of vibration of the ultrasonic rocking equipment of this invention with the finite element method.

[Drawing 4] It is drawing showing the variation of resonance frequency when not forming with the case where the space which is not filled up with a flexibility filler is formed in a slot.

[Drawing 5] It is drawing showing the reverberation property when not forming with the case where the space which is not filled up with a flexibility filler is formed in a slot.

[Drawing 6] It is the sectional view showing conventional ultrasonic rocking equipment.

[Drawing 7] It is drawing which expressed the situation of vibration of conventional ultrasonic rocking equipment with the finite element method.

[Description of Notations]

1 Side Attachment Wall

2 Top Plate

3 Slot

4 Supporter

5 Inner Field

6 Outside Field

7 Piezoelectric Device

8 Filler

9 Space

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

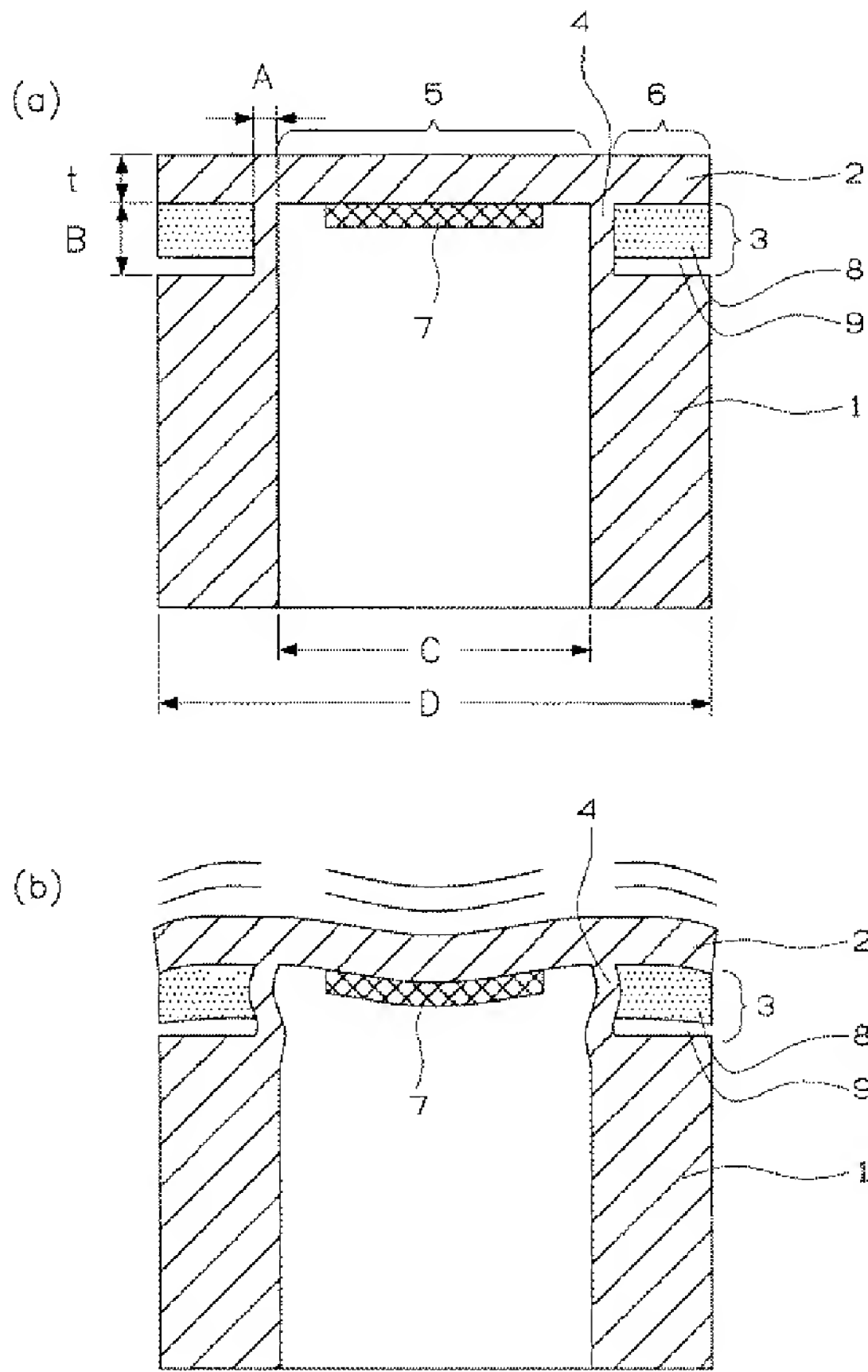
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

=====

DRAWINGS

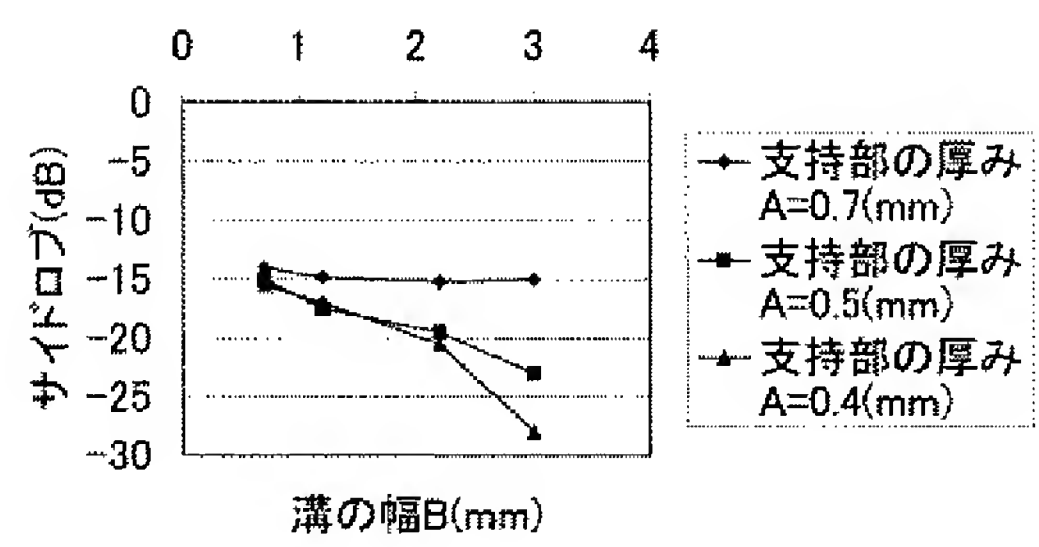
=====

[Drawing 1]

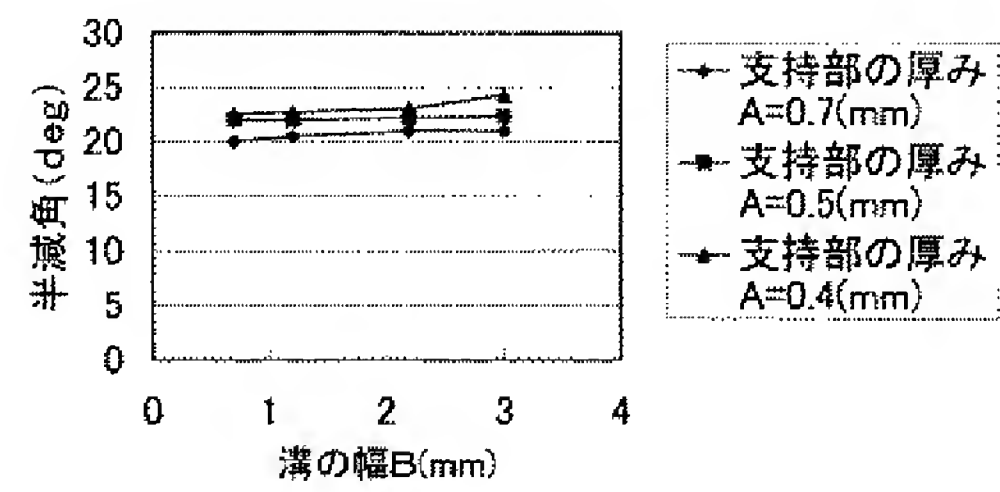


[Drawing 2]

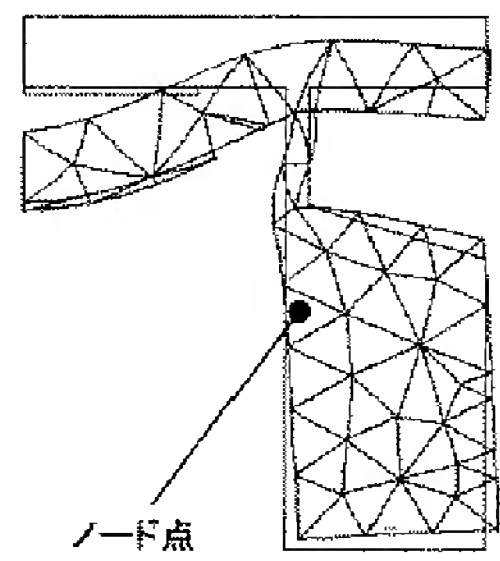
(a)



(b)



[Drawing 3]



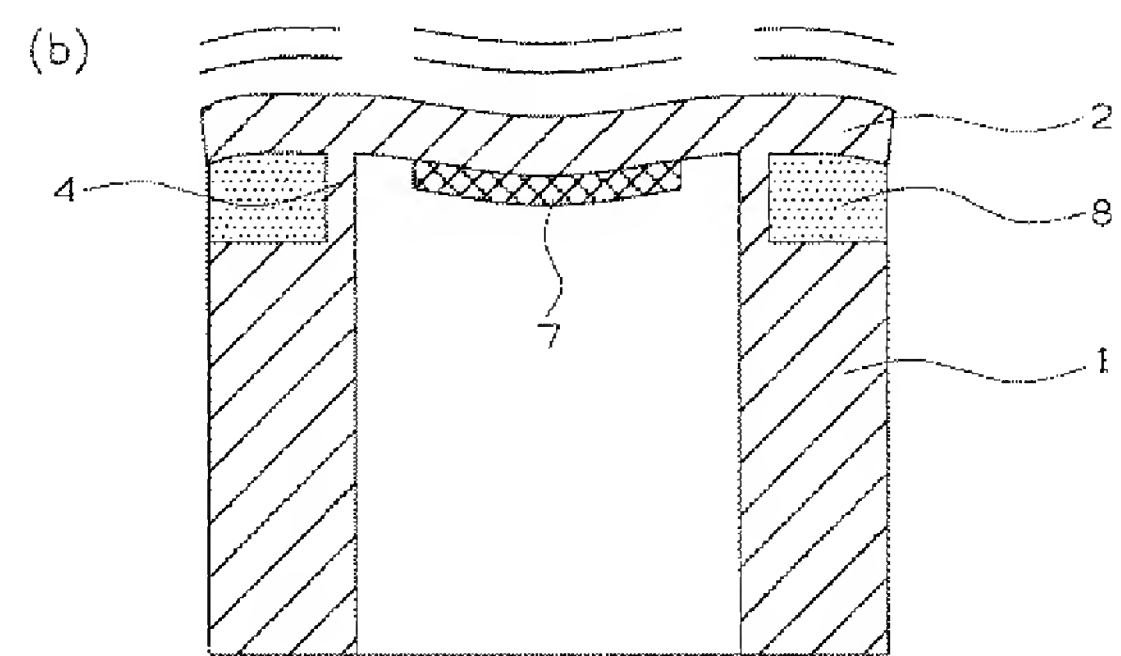
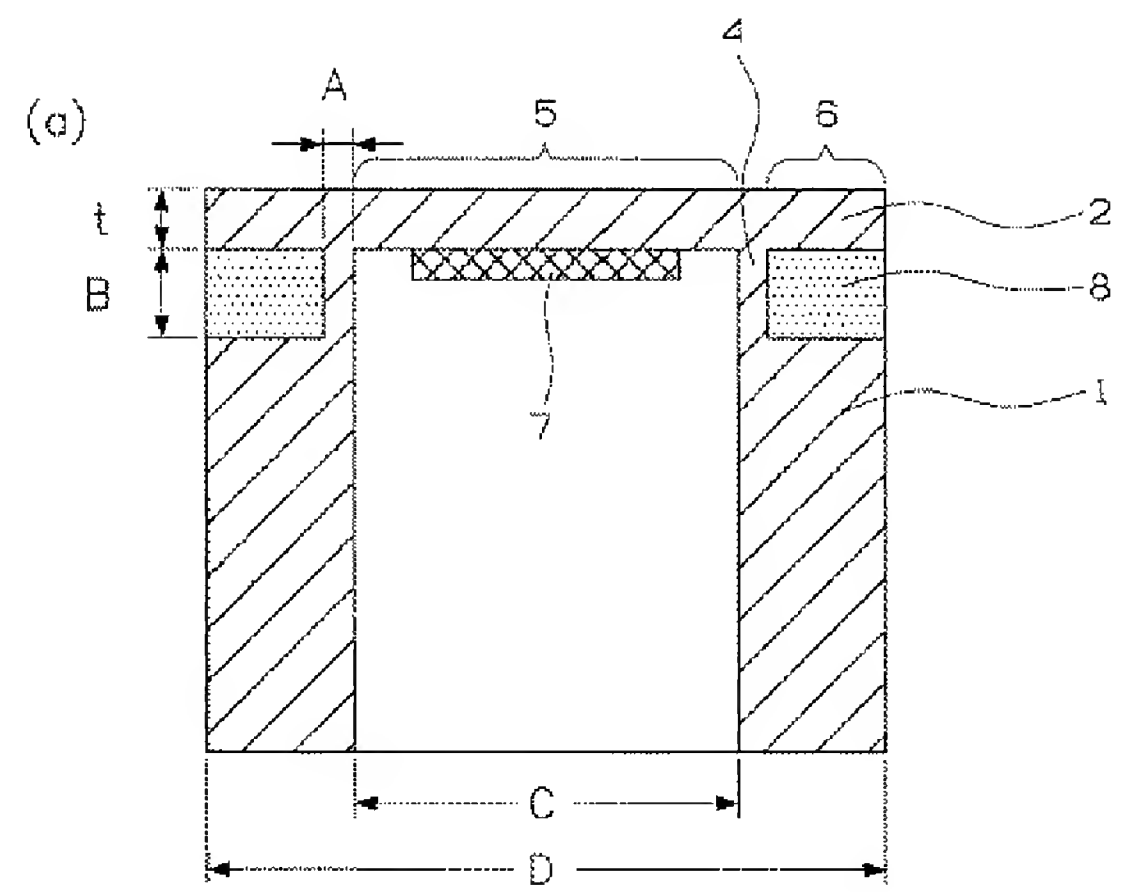
[Drawing 4]

共振周波数の比較 単位:Hz		
	空間無し	空間有り
#1	78060	78600
#2	77780	78380
#3	77320	77920
#4	78720	78760
#5	78720	78920
#6	78520	78700
#7	77500	78200
#8	78840	79040
#9	78040	78760
#10	77740	78640
#11	78760	79040
#12	78360	78360
#13	78960	79080
#14	77640	78260
#15	77640	78160
#16	76320	78680
平均	78058	78594
標準偏差	707	349

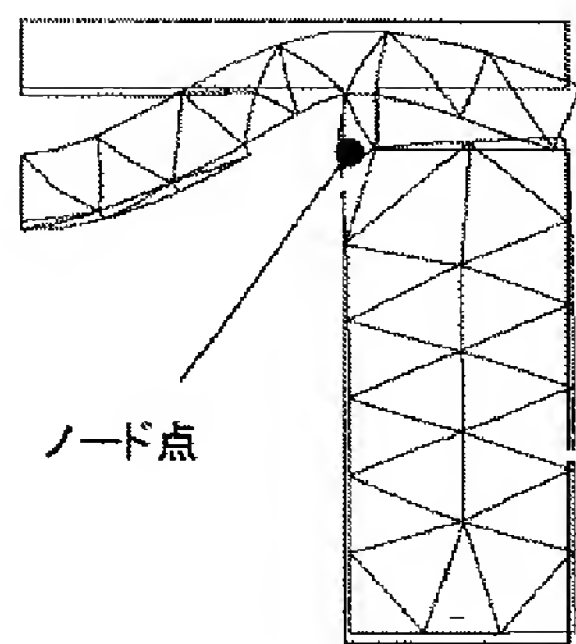
[Drawing 5]

残響の比較 単位:ms		
	空間無し	空間有り
#1	0.89	0.92
#2	0.95	0.90
#3	0.82	0.96
#4	0.91	0.89
#5	0.88	0.87
#6	0.88	0.94
#7	0.91	0.95
#8	0.92	0.90
#9	0.87	0.90
#10	0.91	0.89
#11	0.92	0.90
#12	0.91	0.96
#13	0.93	0.89
#14	0.94	0.96
#15	0.92	0.96
#16	0.95	0.96
平均	0.91	0.92
標準偏差	0.03	0.03

[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-97851

(P2004-97851A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl.⁷
B06B 1/06F1
B06B 1/06テーマコード (参考)
5D107

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-259021 (P2002-259021)
(22) 出願日 平成14年9月4日 (2002.9.4)(71) 出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(72) 発明者 松尾 研志
京都府長岡京市天神二丁目26番10号
株式会社村田製作所内
Fターム (参考) 5D107 AA01 AA08 BB06 CC01 CD01
DE01 FF01 FF05 FF08

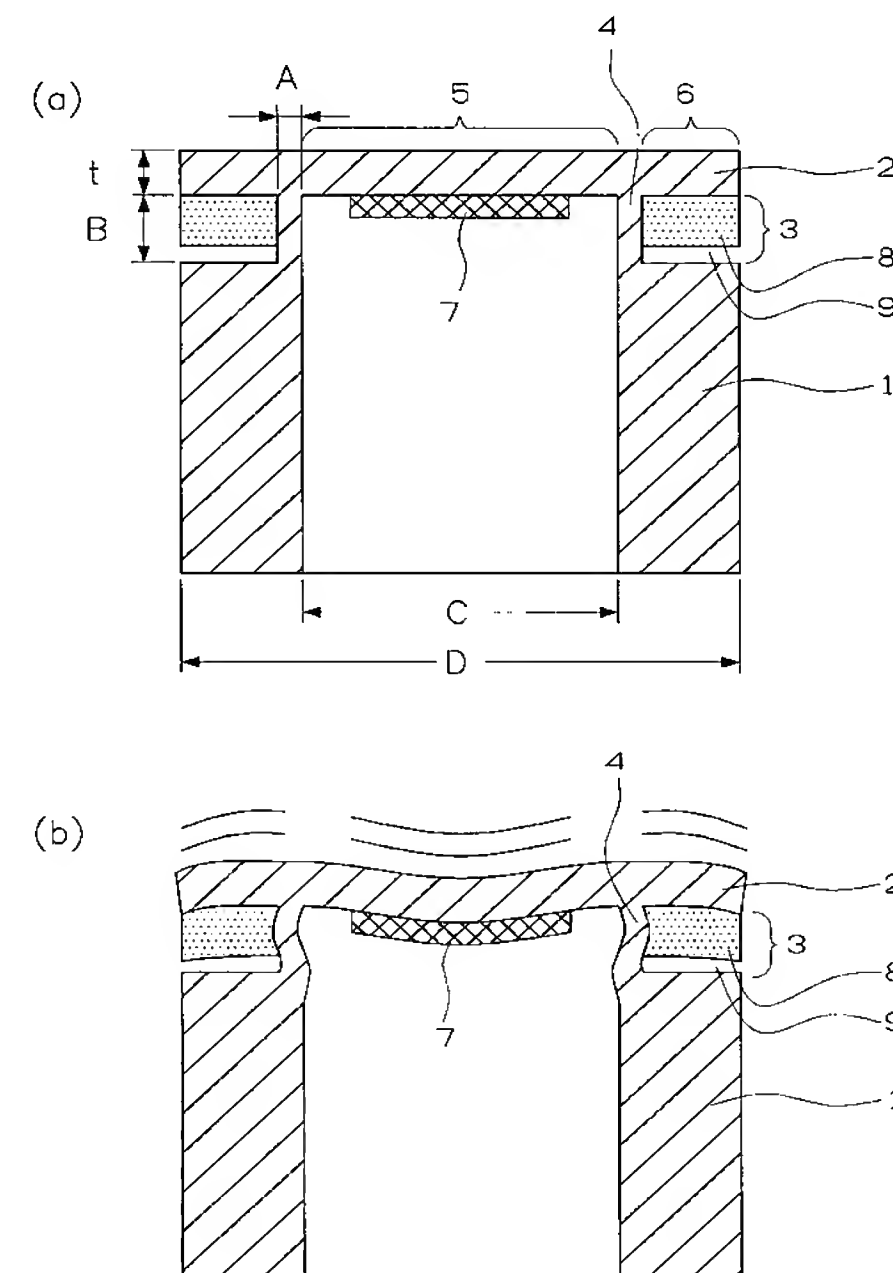
(54) 【発明の名称】 超音波振動装置

(57) 【要約】

【課題】狭指向特性、残響特性を劣化させることなく、サイドロブの小さい超音波振動装置を提供する。

【解決手段】ケース外周に溝が設けられており、支持部によって内領域と外領域に区分されて支えられている天板を有し、内領域と外領域を略同位相で振動させる超音波振動装置において、前記天板のノード点がケース側壁に位置するように構成することにより、狭指向特性を劣化させずにサイドロブの低減を図る。また、前記溝に柔軟性材料からなる充填材を充填し、さらに溝の内部の天板と対向する側に充填材が充填されていない空間を設けることにより、共振周波数のばらつきを抑えつつ残響特性の改善を図る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

側壁と天板とからなるケースと、前記ケースの天板に貼り付けられた圧電素子とからなり、前記側壁の外周面には溝が設けられており、前記側面の前記溝が設けられている部分によって天板は内領域と外領域とに区分されており、前記内領域と外領域とを略同位相で振動させるようにした超音波振動装置において、

前記ケースの側壁の前記溝より下の部分を振動のノード点として前記ケースを振動させることを特徴とする超音波振動装置。

【請求項2】

前記溝には前記ケースよりも硬度の低い柔軟性充填材が充填されており、前記溝の前記天板と対向する側には空間が設けられていることを特徴とする、請求項1に記載の超音波振動装置。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波を送受波して物体を探知するために用いられる超音波センサなどの超音波振動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

超音波によって対象物との距離などを測定する超音波センサにおいては、高い測定制度を実現するため、指向性を狭くする必要がある。センサの形状を大きくすることなく狭指向性を実現する構造として、たとえば特許文献1において開示されている技術がある。 20

【0003】

図6(a)にこの技術の構造を示す。ケースは、円筒形状の側壁1と天板2とが一体に形成されている。天板2付近のケース側壁1の外周上には溝が設けられており、側壁1が薄くなっている、この薄くなった部分は天板2を支持する支持部4となっている。そして、天板2は支持部4によって内領域5と外領域6とに区分されている。天板2の内側の中央には、圧電体板の両主面に電極を設けた圧電素子7が取り付けられており、両電極間に電圧が印加されることによって圧電素子7は天板2と一体となってペンディング振動する。天板2は支持部4を振動のノード点とし、内領域5の中心部および外領域6の外周部分を振動の腹としてペンディング振動する。このとき、図6(b)のように内領域と外領域が略同位相で振動するように設計する。図7は、超音波振動装置の振動時における、天板2、支持部4、ケースの側壁1の変形の様子を有限要素法によって計算した結果を示す図である。天板2の内領域5と外領域6とは同位相で共振し、振動のノード点は支持部4上にあることがわかる。また、ケースの側壁1はほとんど振動していない。このように振動させることによって、内領域5の振動による音波と外領域6の振動による音波との干渉により、天板2に垂直な前方方向に強い音圧を得るとともに、前方から所定方位角以上ずれた方向の音圧が弱まり、狭指向特性を得る。超音波振動装置においては一般に、振動面を大きくし、また共振周波数を高めれば狭指向性を得られるが、この技術によれば、装置を大型化することなく、また、共振周波数を高めることなく狭指向性を得ることができる。 40

【0004】

また、溝に柔軟性充填材8を充填することにより、外領域6の振動がダンピングされて残響特性が改善される。

【0005】

【特許文献1】

特開2001-197594号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術においては、狭指向特性は得られるものの、前方のメインロブの中心から左右に30度から45度付近に-15dB程度のサイドロブが発生するという問題点があっ 50

た。このサイドロブは、天板 2 の内領域 5 の振動源からの音波と外領域 6 の振動源からの音波との干渉によって、左右 30 度から 45 度付近に音波を強め合う領域が生じて発生するものである。

【0007】

このような超音波振動装置は一般に自動車のバックソナーなどとして用いられている。自動車のバックソナーは自動車の後方にある障害物を検知する装置であるが、サイドロブが大きいと誤って地面を探索してしまうなどの誤作動を起こす可能性がある。

【0008】

また、このような超音波振動装置は例えばスマートエアバッグシステムなどに用いられる。スマートエアバッグシステムとは、複数のセンサによって乗員の状態を認識し、エアバッグの作動レベルを制御するシステムである。超音波振動装置は乗員の状態を認識するためのセンサとして用いられるが、サイドロブが大きいと乗員の状態を正しく検知することができず、システムの誤作動を招くという問題が発生していた。このスマートエアバッグシステムにおいて誤作動を起こさないサイドロブのレベルは -20 dB 以下であり、従来の超音波振動装置のサイドロブのレベルでは実現できないサイドロブのレベルであった。

10

【0009】

本発明の目的は、従来の超音波振動装置と同等の狭指向特性や残響特性を保ちつつ、サイドロブを低減し、スマートエアバッグシステムに用いることができる超音波振動装置を提供するものである。

【0010】

20

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するために本発明の超音波振動装置は、側壁と天板とからなるケースと、前記ケースの天板に貼り付けられた圧電素子とからなり、前記側壁の外周面には溝が設けられており、前記側面の前記溝が設けられている部分によって天板は内領域と外領域とに区分されており、前記内領域と外領域とを略同位相で振動させるようにした超音波振動装置において、前記ケースの側壁の前記溝より下の部分を振動のノード点として前記ケースを振動させることを特徴とする。

【0011】

振動のノード点をケース側壁の溝より下の部分とすることによって、側壁を含めたケース全体が振動することとなり、振動の際に支持部も大きく変形して天板の振動モードが変わり、サイドロブの発生が抑えられる。

30

【0012】

また、前記溝には前記ケースよりも硬度の低い柔軟性充填材が充填されており、前記溝の前記天板と対向する側には空間が設けられていることが望ましい。

【0013】

溝に柔軟性充填材を充填することによって残響特性が向上する。また、溝の天板と対向する側に充填材が充填されていない空間を設けることによって、ケース側壁の振動と天板の振動とが結合して共振周波数がばらつくことを防ぐことができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

40

以下に図を参照しつつ、本発明の一実施形態について説明する。

【0015】

図 1 (a) は、本発明の超音波振動装置の構成を示す断面図である。ケースはアルミニウムからなり、円筒形状の側壁 1 と天板 2 とが一体に形成されている。天板 2 付近の側壁 1 の外周部には溝 3 が設けられており、溝 3 には柔軟性充填材 8 が充填されていて、溝 3 の天板 2 と対向する側には充填材 8 が充填されていない空間 9 が形成されている。空間 9 は、溝 3 の全体に充填材 8 を充填してから充填材 8 の一部を取り除いて形成してもよいし、あるいは空間 9 を残して充填材 8 を充填する方法であってもよい。溝 3 が形成されているため、天板 2 付近の側壁 1 の厚みが薄くなっており、この部分が支持部 4 として天板 2 を支えている。また、天板 2 は支持部 4 によって内領域 5 と外領域 6 とに区分されている。

50

【0016】

天板2の内側の中心部には、円盤状の圧電体板の両主面に電極を設けた圧電素子7が貼り付けられている。圧電素子7は、両電極間に交番電圧が印加されることによって、天板2と一体となってペンディング振動する。図1(b)に振動の様子を示す。

【0017】

ケースおよび圧電素子7の寸法を調整すると、内領域5と外領域6が同位相で共振する構成を得ることができる。

【0018】

ここで、前記先行技術によって狭指向特性を得る構成として、例えば、図6(a)に示すようにケースの寸法を $C=9.0\text{ mm}$ 、 $D=16.0\text{ mm}$ 、 $t=1.0\text{ mm}$ 、 $A=0.5\text{ mm}$ 、 $B=1.0\text{ mm}$ とすると、この超音波振動装置は 80 kHz で共振し、内領域5と外領域6は同位相で共振する。なお、 C はケースの内径、 D はケースの外径、 t は天板2の厚み、 A は支持部4の厚み、 B は溝の幅を示す。圧電素子は、直径 7.0 mm 、厚さ 0.35 mm である。このときの半減角、すなわち音圧が -6.0 dB まで低下するために要する、天板2に垂直な線からの角度は 21 度 、サイドロブは -15 dB である。図7において示したように、振動のノード点は支持部4上にある。

【0019】

本発明の超音波振動装置では、支持部4の厚み A および溝3の幅 B の寸法を調整して振動のノード点をケースの側壁1に移動させることにより、ケースの外径 D および共振周波数を変化させずにサイドロブの低減を試みる。超音波振動装置においては一般に、振動面を大きくし、すなわち外径を大きくし、また共振周波数を高めれば狭指向性が得られるが、本発明では外径および共振周波数を変えずに狭指向性を得ることを目的としている。

【0020】

なぜなら、本発明のような超音波振動装置を超音波センサとして用いる場合には、外径寸法および用いる超音波の周波数に制約があるためである。すなわち、外径を大きくすると装置全体が大きくなってしまし、また共振周波数を高めると減衰率が大きくなって、超音波の到達距離が短くなってしまふのである。

【0021】

支持部4の厚み A および溝3の幅 B を変化させると共振周波数が変化してしまうため、共振周波数を 80 kHz とするようにその都度天板2の厚み t を調整する。図2(a)に支持部4の厚み A および溝3の幅 B を変化させたときのサイドロブ値のシミュレーション値を、図2(b)に支持部4の厚み A および溝3の幅 B を変化させたときの半減角の変化のシミュレーション値を示す。図2(a)からわかるように、支持部4の厚み A の値を小さく、溝3の幅 B の値を大きくするとサイドロブ値が低減する方向に変化する。例えば、 $A=0.3\text{ mm}$ 、 $B=3.0\text{ mm}$ とするとサイドロブ値はおよそ -28 dB に低減される。図2(b)が示すように、このときの半減角はおよそ 24 度 であり、 $A=0.5\text{ mm}$ 、 $B=1.0\text{ mm}$ とした場合よりもおよそ 2 度 劣化するにすぎず、この半減角の値は実用レベルにおいて十分な値である。

【0022】

A の値を小さくすること、あるいは B の値を大きくすること、あるいはその両方によって振動のノード点は下方に移動していく。振動のノード点が移動することによって天板2の振動モードが変化し、サイドロブ値が低減していく。

【0023】

図3は、本発明の超音波振動装置の振動時における、天板2、支持部4、ケースの側壁1の変形の様子を有限要素法によって計算した結果を示す図である。なお、このときの寸法は、 $A=0.4\text{ mm}$ 、 $B=2.2\text{ mm}$ である。図7に示す超音波振動装置における振動のノード点は支持部4上にあるのに対し、図3に示す本発明の超音波振動装置における振動のノード点はケース側壁1上にあり、ケース側壁1も振動している。

【0024】

また、本発明では天板2の外領域6の変形は小さくあり、一方、支持部4が大きく

10

20

30

40

50

変形している。従って本発明の超音波振動装置は、支持部4が変形することにより、天板2の振動が、ペンディング振動に加えてピストン振動することとなり、かつ外領域5の振動が減ることによって、狭指向性を維持しつつサイドロブを低減させることができる。

【0025】

また、従来の超音波振動装置では、溝3に柔軟性充填材8を充填することにより、外領域6の振動がダンピングされて残響特性が改善される。しかし、本発明の超音波振動装置のように支持部4が大きく変形し、ケース側壁1も振動する場合には、溝3をすべて埋めるように充填材8を充填すると、天板2の振動とケース側壁1の振動とが結合することによって共振周波数が大きくばらつく。そこで、溝3の天板2と対向する側に充填材8が充填されていない空間9を形成することによって振動の結合を防ぎ、共振周波数のばらつきを抑えることができる。

10

【0026】

図4に、溝3に充填材8が充填されていない空間9を設けた場合と設けなかった場合の共振周波数のばらつきを比較した結果を示す。溝3内に充填剤8が充填されていない空間9を設けたものと、空間9を設けず溝3の全体に充填剤8が充填されているものとでそれぞれ16個の試料をもって共振周波数を測定し、共振周波数の平均値と標準偏差を求めた。図4に示されるように、共振周波数の標準偏差の値がおよそ半分となっており、空間9を設けることによって共振周波数のばらつきが改善されていることがわかる。

【0027】

なお、図5に実験結果を示したように、溝3に空間9を設けても残響特性は劣化しない。すなわち、溝3内に充填剤8が充填されていない空間9を設けたものと、空間9を設けず溝3の全体に充填剤8が充填されているものとでそれぞれ16個の試料をもって残響時間を測定し、残響時間の平均値および標準偏差を算出したところ、平均値、標準偏差ともに差はほとんど見られなかった。

20

【0028】

【発明の効果】

以上のように、請求項1に記載の発明によれば、振動のノード点をケース側壁に位置させることによって、天板の振動にピストン振動が加わり、さらに外領域の振動が減ることにより、狭指向性を損なうことなくサイドロブを低減することができる。

【0029】

また、請求項2に記載の発明によれば、ケース側壁に形成された溝に柔軟性材料からなる充填材を充填し、充填材に切り込みを入れて溝の天板と対向する側に空間を設けることにより、共振周波数のばらつきを抑えつつ残響特性を改善することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超音波振動装置を示す断面図である。

【図2】サイドロブ値および半減角の変化を示す図である。

【図3】本発明の超音波振動装置の振動の様子を有限要素法によって表した図である。

【図4】溝に、柔軟性充填材を充填しない空間を形成した場合と形成しない場合の、共振周波数のバラツキを示す図である。

【図5】溝に、柔軟性充填材を充填しない空間を形成した場合と形成しない場合の、残響特性を示す図である。

40

【図6】従来の超音波振動装置を示す断面図である。

【図7】従来の超音波振動装置の振動の様子を有限要素法によって表した図である。

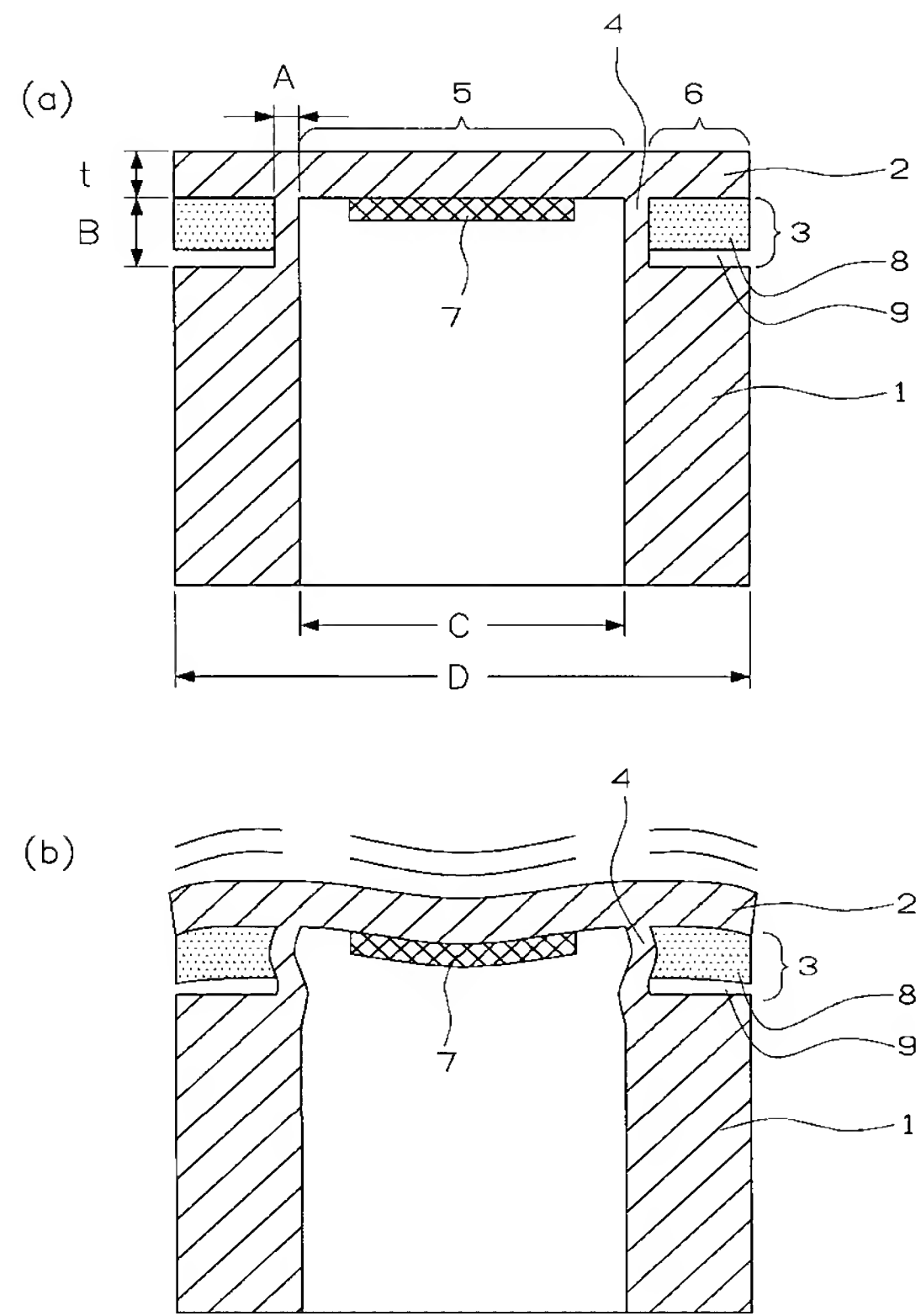
【符号の説明】

- 1 側壁
- 2 天板
- 3 溝
- 4 支持部
- 5 内領域
- 6 外領域

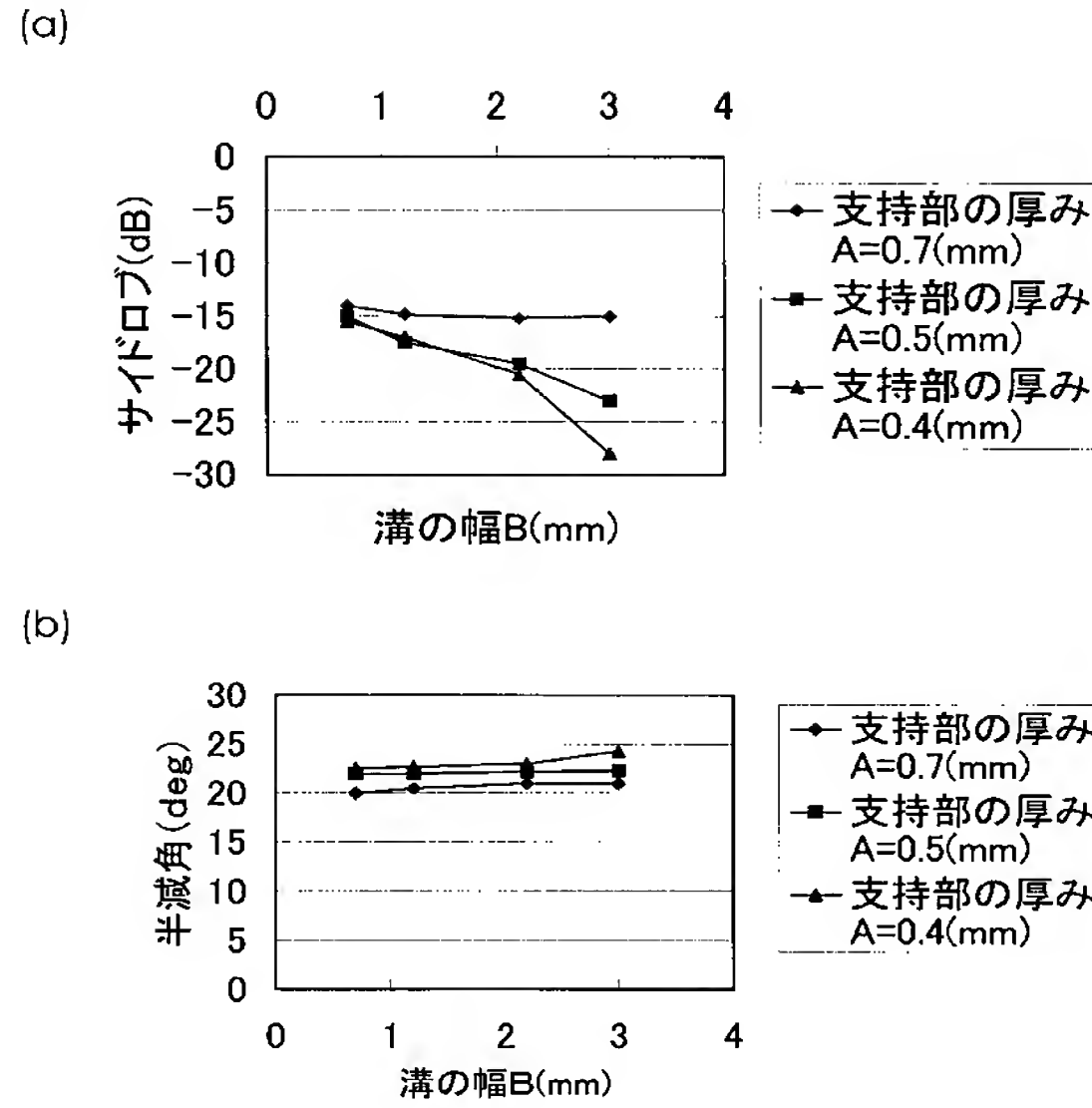
50

- 7 圧電素子
- 8 充填材
- 9 空間

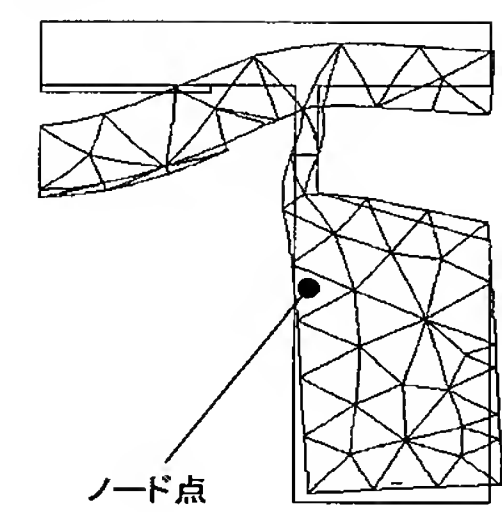
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



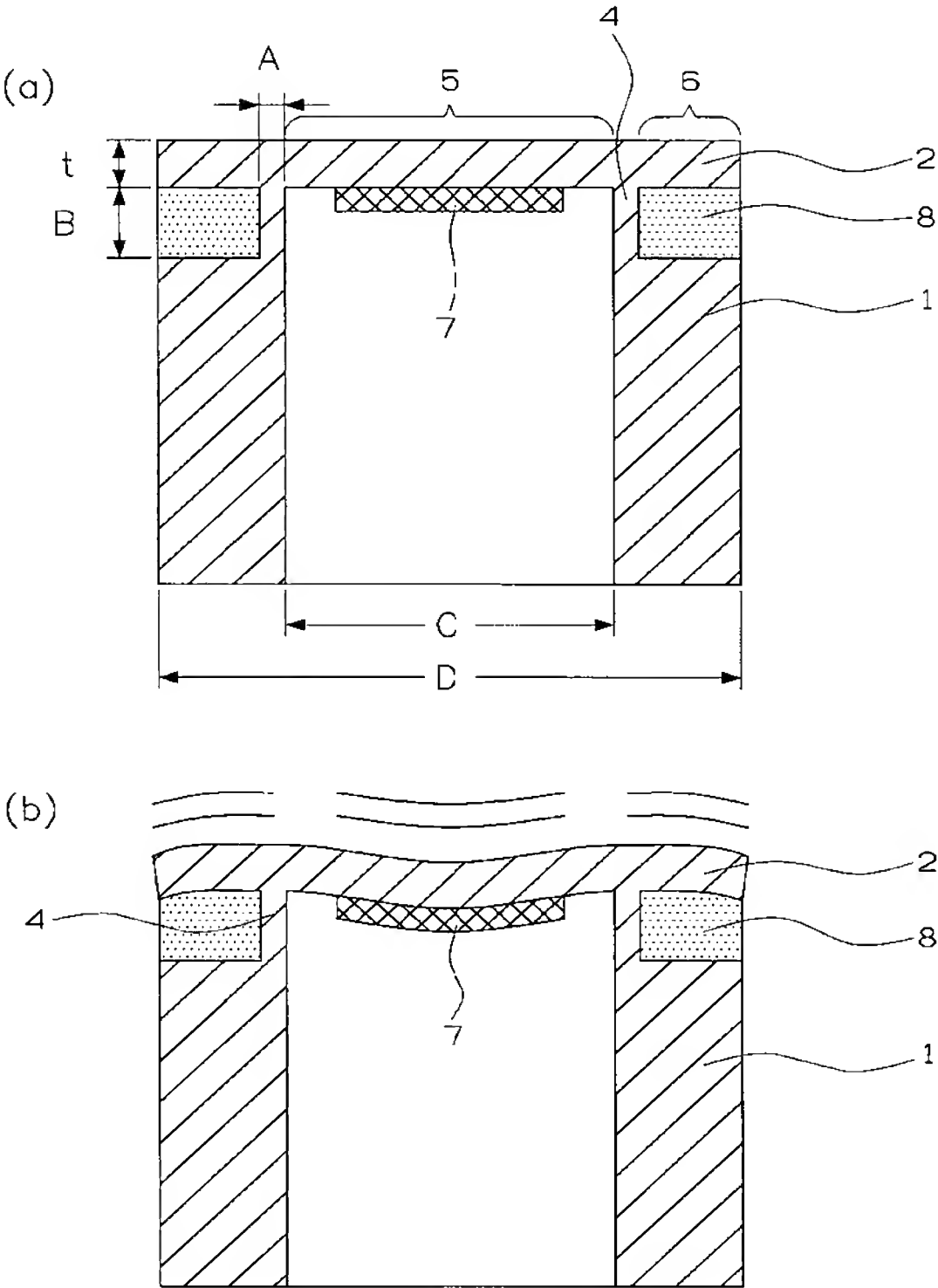
【 図 4 】

共振周波数の比較 単位:Hz		
	空間無し	空間有り
#1	78060	78600
#2	77780	78380
#3	77320	77920
#4	78720	78760
#5	78720	78920
#6	78520	78700
#7	77500	78200
#8	78840	79040
#9	78040	78760
#10	77740	78640
#11	78760	79040
#12	78360	78360
#13	78960	79080
#14	77640	78260
#15	77640	78160
#16	76320	78680
平均	78058	78594
標準偏差	707	349

【 図 5 】

残響の比較 単位:ms		
	空間無し	空間有り
#1	0.89	0.92
#2	0.95	0.90
#3	0.82	0.96
#4	0.91	0.89
#5	0.88	0.87
#6	0.88	0.94
#7	0.91	0.95
#8	0.92	0.90
#9	0.87	0.90
#10	0.91	0.89
#11	0.92	0.90
#12	0.91	0.96
#13	0.93	0.89
#14	0.94	0.96
#15	0.92	0.96
#16	0.95	0.96
平均	0.91	0.92
標準偏差	0.03	0.03

【 図 6 】



【図 7】

